Aus der physiologischen Anstalt der Universität Basel
Vorsteher: Prof. Dr. R. Metzner

# Einfluss der Wasserstoffionenkonzentration auf Brechung und Viscosität des Blutserums und seiner Eiweissfraktionen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde der hohen medizinischen Fakultät der Universität Basel

Vorgelegt von
Edith Boegler
Basel

Typparsatz und Offsetdruck der Polygraphischen Gesellschaft Laupen bei Bern
1927

Aus der physiologischen Anstalt der Universität Basel
Vorsteher: Prof. Dr. R. Metzner

# Einfluss der Wasserstoffionenkonzentration auf Brechung und Viscosität des Blutserums und seiner Eiweissfraktionen

---

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde der hohen medizinischen Fakultät der Universität Basel

Vorgelegt von
Edith Boegler
Basel

Typparsatz und Offsetdruck der Polygraphischen Gesellschaft Laupen bei Bern
1927

Von der medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag des Herrn Prof. Dr. R. Spiro.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

*Fr. Rohrer* hat am Naegelischen Institut in Tübingen eine Methode ausgearbeitet, nach welcher aus Refraktion und Viskosität das Mischungsverhältnis von Albumin und Globulin im Serumeiweiss ermittelt wird.

Ich gebe im folgenden eine kurze Zusammenfassung seiner Arbeit: „Bestimmung des Mischungsverhältnisses von Albumin und Globulin im Blutserum".

Die Rohrersche Methode stützt sich auf die Tatsache, dass gleichprozentige Albumin- und Globulinlösungen sich viskosimetrisch verschieden verhalten, und dass *Brechungsexponent* und *Viskosität* von Albumin- und Globulinmischungen bestimmter Konzentration mit guter Annäherung aus den Werten der reinen Lösungen gleicher Konzentration und dem Mischungsverhältnis sich berechnen lassen.

Die Nichteiweisskörper vernachlässigt er absichtlich, da nach den Untersuchungen von *Reiss* und ihm selbst der Einfluss derselben auf die beiden in Betracht kommenden physiologischen Konstanten des Serums ein sehr geringer ist.

Der Brechungszuwachs des Serums gegenüber reinem Wasser und unter physiologischen Verhältnissen wird zu zirka $^6/_7$ bis $^5/_6$ durch die Eiweisskörper und nur zu zirka $^1/_7$ bis $^1/_6$ durch Nichteiweisskörper bedingt.

Der Einfluss der Eiweisskörper auf die Viskositätszunahme des Serums gegenüber Aqua dest. ist etwa 40—60mal grösser als der Einfluss der Nichteiweisskörper.

Rohrer untersuchte Menschen- und Pferdeseren und kam zunächst zu folgenden Ergebnissen:

„Die Verhältniszahl aus Viskositäts- und Refraktionszunahme ist für die Albuminlösungen von Pferd und Mensch annähernd gleich ( 35,4 und 36,4 ), ebenso die Zahlen für die Globulinlösungen ( 64,6 und 62,1 ).

Übereinstimmend zeigen ferner die Globulinverhältniszahlen bei Pferd und Mensch nahezu die doppelte Grösse wie die Albuminzahlen, d. h. bei zunehmender Konzentration findet bei Globulinen die Viskositätszunahme nahezu doppelt so rasch statt wie die bei den Albuminen."

Er legte nun eine Verdünnungsreihe von menschlichen Albumin-Globulinlösungen, verdünnt mit Aqua dest., das NaCl, Zucker

und Harnstoff enthielt, an, bestimmte jeweils Viskosität und Refraktion, stellte die Ergebnisse in einem Koordinatensystem, gebildet durch die Viskositätswerte als Abszisse und die Refraktionswerte als Ordinaten, graphisch dar und erhielt nahezu geradlinige Kurven, d. h. also: innerhalb gewisser Grenzen ( R = 20—40 und R = 40—60 ) besteht zwischen Brechungszunahme und Viskositätszunahme ein konstantes Verhältnis.

Da anderseits der Brechungszuwachs einer Albumin- bzw. Globulinlösung direkt proportional ihrer Konzentration ist, so ergibt sich, dass in diesen Bereichen sowohl Refraktions- wie Viskositätszunahme eine lineare Funktion der Konzentrationszunahme ist. Wenn man 2 Albumine ( resp. Globuline ) verschiedener Konzentration mischt, so kann man den R- und den $\eta$-Wert der Mischung aus den Werten der beiden Lösungen und dem Mischungsverhältnis *berechnen*.

Zahlreiche Mischungsversuche mit Serumalbumin und -Globulin ergaben stets das eindeutige Ergebnis, dass die R-Eigenschaften der Mischungen stets in den Zwischenraum der beiden Kurven fallen, und zwar gilt für die Refraktion das Gesetz, dass die Refraktion einer Albumin-Globulinmischung proportional dem Mischungsverhältnis zwischen den Refraktionen der zur Mischung benützten Albumin-Globulinlösungen liegt.

Der Brechungsindex einer Albumin-Globulinmischung entsteht durch direkte Summation aus den Brechungseigenschaften der Komponenten.

Die Untersuchungen der Viskositätsverhältnisse von Albumin-Globulinlösungen ergab die annähernde Gültigkeit der gleichen Gesetzesmässigkeit wie bei der Refraktion: die $\eta$-Werte der Mischungen liegen zwischen den $\eta$-Werten der reinen Lösungen.

Die Refraktion der Albumin-Globulinmischungen entsteht rein additiv aus den Brechungseigenschaften der Komponenten. Wenn man Albumin und Globulin von wenig verschiedener Konzentration mischt, so leiten die R- und $\eta$-Eigenschaften der Mischungen kontinuierlich und proportional dem Mischungsverhältnis von dem R$\eta$-Punkt der Albuminlösung zum R$\eta$-Punkt der Globulinlösung über. Die R$\eta$-Punkte der Mischungen liegen also in einer geraden Linie, welche die Punkte der Albumin-Globulinkurve, die den zur Mischung verwendeten reinen Lösungen entsprechen, verbindet.

Eine graphische Darstellung dieser Verhältnisse für den klinisch wichtigen Abschnitt des R$\eta$-Feldes zwischen R = 45—65 erschliesst die Möglichkeit, wenn eine beliebige Mischung der zur

Darstellung der Kurven benützten Albumin-Globulinlösungen vorliegt, durch Messung der Refraktion und Viskosität und Aufsuchen des $R\eta$-Punktes *das Mischungsverhältnis direkt abzulesen.*

Die Bestimmung des Mischungsverhältnisses von Albumin und Globulin führte er auch mit menschlichen Blutseren aus.

Es wurden von 8 Seren, deren $R\eta$-Punkte eine verschiedene Lage im $R\eta$-Felde hatten, Verdünnungsreihen angelegt und ihre physikalischen Konstanten graphisch dargestellt. Diese Verdünnungsreihen unveränderter Blutseren ordnen sich glatt zwischen die Kurven der Albumin-Globulinlösungen ein, womit der Beweis erbracht ist, dass die sekundär hergestellten Mischungen vorher getrennter Albumin- und Globulinlösungen sich genau so verhalten, wie die direkt im Serum gegebene primäre Mischung.

Die Einzeichnung der R-Werte von 102 verschiedenen menschlichen Seren ergibt, dass alle Punkte innerhalb des R-Feldes liegen.

Während nach den Literaturangaben der Albumingehalt 53—72% des Gesamtserumeiweisses bildet, erhält Rohrer nach seiner Methode 54—78%.

Nach einer inzwischen ziemlich stark angewachsenen Literatur sind bei Verwendung der Rohrerschen Methode in bestimmten Fällen gewisse Fehlerquellen zu berücksichtigen. Die Frage, ob Schwankungen der Wasserstoffionenkonzentration auch von wesentlicher Bedeutung sind, ist inzwischen auch von verschiedenen Seiten geprüft worden (Arnd, Berger, Galehr, Hafner, Hartl, Hönlinger, Petschacher, Reiss, Robertson, Schretter, Starlinger, Untersteiner, Wanner).

Rohrer selbst sagt in seiner Entgegnung auf die Arbeit Wanners, dass eine Veränderung der Serumeiweisstoffe durch diesen Faktor nicht wahrscheinlich sei; er wünschte aber doch noch eine diesbezügliche Nachprüfung.

Gegenstand vorliegender Arbeit ist also die Feststellung, die bereits im Jahre 1923 ausgeführt wurde, ob Refraktion und Viskosität des Serums und seiner Fraktionen durch eine Veränderung der Wasserstoffionenkonzentration beeinflusst werden können. Der Anregung und Anleitung meines unvergesslichen Lehrers Herr Dr. Fr. Rohrer dankt die nachfolgende Untersuchung ihre Entstehung. Schwankungen dieser beiden physikalischen Eigenschaften, welchen nicht von einer Änderung des Albumin-Globulingemisches selbst abhängen, würden eine Fehlerquelle von grosser Wichtigkeit bedeuten.

Die Wasserstoffionenkonzentration des Blutes schwankt physiologisch von arteriellem zu venösem Blut zwischen PH = 7,27

( art. ) und PH = 7,21 ( ven. ), und bei Übergang von Ruhe zur äussersten Belastung des Gaswechsels durch Muskelarbeit etwa im Bereich von PH = 7,33 ( vor der Arbeit ) und PH = 7,21 ( nach der Arbeit ) *Hasselbalch-Lundsgaard.*

Pathologische Verhältnisse weisen nur selten grosse Schwankungen auf, nur im coma diabeticum und bei schwersten prämortalen Regulationsstörungen sind weiter abweichende Werte durchschnittlich bis zu einem PH = 7,07 gefunden worden *( Benedict ).*

## Untersuchungsmaterial und Methodik.

Als Untersuchungsmaterial dienten Hammel- und Rinderseren. Das vom Schlachthaus gelieferte Blut wurde in zirka Dreilitergläsern kühl aufbewahrt; das Serum wurde, sobald es sich genügend ausgeschieden hatte, vorsichtig abgehebert, durch zweistündiges Zentrifugieren gereinigt und dann bis zur Verwendung im Eisschrank aufbewahrt. Vom einzelnen Tier konnten Mengen von 150—200 $cm^3$ gewonnen werden.

Die Viskosität wurde mit dem Viskosimeter nach W. R. Hess, grosses Laboratoriumsmodell, welches eine genaue Ablesung der zweiten Stelle nach dem Komma gestattet, gemessen. Vor jeder Versuchsreihe wurde der Apparat kontrolliert, indem destilliertes Wasser durch beide Kapillaren geleitet wurde. Es ergab sich meist eine Differenz von 1% ( 1 : 0,99 ). Die Korrektur wurde zu den Versuchsreihen addiert. Ab und zu wurde am Schluss der Versuchsreihe noch eine Kontrollmessung gemacht, die aber mit der ersten Messung übereinstimmte.

Zur Sicherstellung des Viskositätswertes wurden von einer Füllung 6 Ablesungen gemacht, dann die Füllung gewechselt, wieder 6 Ablesungen gemacht und dann der Mittelwert genommen.

Zur Messung der Refraktion diente das Eintauchrefraktometer nach Pulfrich, und zwar ohne Hilfsprisma, da stets grössere Mengen von Versuchsmaterial zur Verfügung standen. Die Temperatur der Aussenflüssigkeit im Wasserkessel wurde sorgfältig auf 17,5° C gehalten, die Ablesung wurde nach 10 bis 15 Minuten gemacht und zur Kontrolle dreimal wiederholt.

Folgende Tabelle orientiert über die Eigenschaften dieser Seren:

Tabelle 1.

| Tier | Beschaffenheit | Refraktion | Viskosität | Alb. : Glob. | |
|---|---|---|---|---|---|
| Hammel | klar | 58,5 | 1,78 | 50 : 50 | ( 55 : 45 ) |
| Rind | ,, | 50,4 | 1,62 | 40 : 60 | ( 45 : 55 ) |
| ,, | ,, | 50,4 | 1,55 | 60 : 40 | |
| ,, | ,, | 46,7 | 1,45 | 65 : 35 | |
| ,, | ,, | 47,3 | 1,52 | 50 : 50 | |
| ,, | ,, | 48,6 | 1,55 | 50 : 50 | |
| ,, | ,, | 50,9 | 1,58 | 55 : 35 | |
| ,, | etwas chylös | 55,3 | 1,72 | 50 : 50 | |
| ,, | klar | 54,8 | 1,73 | 45 : 55 | |
| ,, | etwas chylös | 52,7 | 1,57 | 70 : 30 | |

Die chylöse Beschaffenheit der Seren 8 und 10 machte den Schattenrand im Gesichtsfeld des Refraktometers etwas unscharf, so dass sich eine Unsicherheit in der Ablesung von 0,1 Skalenteil ergab.

## Herstellung der Eiweissfraktionen.

Es wurde das in Abderhaldens Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden von Hofmeister beschriebene Fällungsverfahren angewendet, jedoch kein Alkohol zugesetzt. Die Globulinfraktion — hergestellt durch Halbsättigung mit $(NH_4)_2SO_4$ — wurde gründlich gewaschen, zur Reinigung dreimal in Lösung gebracht und gefällt. Die Albuminfraktion wurde durch Ganzsättigung mit $(NH_4)_2SO_4$ im Globulinfiltrat gefällt. Der Globulin- wie der Albuminrückstand auf den Filtern wurde vorsichtig abgeschabt, in wenig Wasser gelöst und in Pergamenthülsen ( Schleicher und Schüll ) zur Dialyse gegen Aqua dest. angesetzt. Nach oftmaligem Wechsel der Aussenflüssigkeit, unter Kontrolle der Refraktion, wurde in 3—4 Tagen ein Brechungsanteil der dialysiblen Stoffe von weniger als 2—3 Refraktometereinheiten erreicht und nun gegen eine dem Salzgehalt des nativen Serums entsprechenden Salzlösung weiter dialysiert. Während Fr. Rohrer dazu eine etwa 1,1 prozentige Kochsalzlösung benützte, wurde hier, wo es sich um eine Bestimmung des Einflusses der Wasserstoffionenkonzentration handelte, zur Herstellung eines bestimmten gleichen Ausgangszustandes gegen Tyrodelösung dialysiert.

Die Tyrodelösung setzt sich wie folgt zusammen:

Lösung I: 20% NaCl, 0,5% KCl, 0,5% $CaCl_2$, 0,25% $MgCl_2$, davon 80 ccm.

Lösung II: 5% $NaHCO_3$, 0,25% $NaHPO_4$, davon 40 ccm. Der Traubenzucker wird hier weggelassen.

Tyrode: Die Lösungen I und II werden je auf einen Liter verdünnt und dann miteinander vermischt.

Gegen diese Aussenflüssigkeit wurde 24 bis 36 Stunden weiter dialysiert, so dass schliesslich eine Salzzusammensetzung entsprechend dieser Lösung zu erwarten war. Zur Gewinnung konzentrierter Albumin- resp. Globulinlösungen wurden vor der Dialyse gegen Tyrode die Lösungen 10 bis 16 Stunden nach dem von *Fr. Rohrer* geschilderten Verfahren im Luftstrom eines Gebläses bei Zimmertemperatur eingeengt.

## Herstellung verschiedener Wasserstoffionenkonzentrationen.

Es wurden Stammlösungen von Monokaliumphosphat und Dinatriumphosphat (Firma Kahlbaum, zu Encymstudien nach Sörensen) in einer Konzentration von m/3 hergestellt. Das $KH_2PO_4$ hatte den Refraktometerwert $4 = 28{,}3$, das $Na_2HPO_4$ hatte $R = 37{,}6$. Um die quantitativen Salzverhältnisse im Serum nicht zu sehr zu verändern, und bei allen Gemischen womöglich gleiche Brechungsverhältnisse zu erzielen, und um den Einfluss auf die Viskosität möglichst klar erkennen zu können, wurde die $Na_2HPO_4$-Lösung auf dem Refraktometerwert $R = 28{,}3$ verdünnt, so dass alle Phosphatgemische (mit Ausnahme der Mischungen 4 und 5 von $4 = 28{,}2$) dieselbe Brechung aufwiesen. Die $Na_2HPO_4$-Lösung ist also $1/5{,}02 = 0{,}196$ normal.

Die Salzkonzentration dieser Phosphatlösungen ist etwa die dreifache derjenigen im Serum. Bei Mischungen im Verhältnis 5 ccm Serum: 1,5 ccm Phosphatlösung erfolgt eine Serumverdünnung im Verhältnis von 5 : 6,5, also 1 : 1,3, eine Phosphatverdünnung von 1,5 : 6,5, also 1 : 4,33.

Der die Wasserstoffionenkonzentration bestimmende Einfluss des Phosphatgemisches wird durch die Serumsalze einige Modifikationen erfahren, da diese als Puffergemische wirken und die Verschiebung verkleinern. Die Messung der Wasserstoffionenkonzentration gibt darüber Aufschluss.

## Messung der Wasserstoffionenkonzentration.

Es wurde eine Verschiebung der Reaktion in begrenztem, schrittweise durchmessenem Umfang gemacht. Da sich nach dem Aus-

fall der ersten Versuchsreihen nur verschwindend kleine Einflüsse ergaben, konnte auf eine Messung aller Einzelwerte der Reaktion verzichtet werden. Die Breite, in welcher die Wasserstoffionenkonzentration in den Versuchsreihen sich ändert, wurde in 6 Reihen mit dem Indikatorenverfahren von *W. M. Clark* bestimmt. In 5 Versuchsreihen wurde dabei ein Komparator benützt und dieselben mit Ausnahme der ersten Reihe fünffach mit Aqua dest. verdünnt.

Bei den Albuminen ergeben sich infolge der Eigenfarbe auch bei starker Verdünnung nicht sicher qualifizierbare Veränderungen des Farbtones des zugesetzten Indikators. Es ergeben sich oft Farbtöne, die ganz ausserhalb der Farbreihe der Testlösungen lagen.

## Messung der Wasserstoffionenkonzentration.

Mischungsverhältnis: Eiweissfraktion: Phosphat = 5 : 1,5

Tabelle 2.

| *Phosphatgemische* | | M 1 | M 2 | M 3 | M 4 | M 5 | M 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| prim. : sec. | | 5 : 0 | 4 : 1 | 3 : 2 | 2 : 3 | 1 : 4 | 0 : 5 |
| PH | unter | 5,3 | 5,9 | 6,2 | 6,6 | 7,2 | 8,9 |

| *Serum* | rein | M 1 | M 2 | M 3 | M 4 | M 5 | M 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *a)* | 7,7 | 6,4 | 6,4—6,5 | 6,6 | 6,8 | 6,9 | 7,9 |
| *b)* | 7,2 | 6,0 | 6,2 | 6,4 | 6,5 | 6,7 | 7,9 |

| *Albumin* | rein | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *a)* | 6,8 | 5,9 | 6,5 | 6,0? | 6,0? | 6,1? | 7,0 | |
| | | | unsicher, Eigenfarbe störend | | | | | |
| *b)* | 6,6 | 6,0 | 6,2 | 6,4 | 6,6 | 6,7 | 7,0 | Brom-Thym-Blue. |
| | | | | | | | 7,7 | Phenol-rot. |
| | | | | | | | 7,3 | Kresol-rot. |

bis Mischung 5 mit Brom-Thymol-Blue als Indikator.

| *Globulin* | rein | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *a)* | 6,5—6,6 | 6,0 | 6,0 | 6,2 | 6,2 | 6,5 | 6,7 |
| *b)* | 6,8 | 5,9 | 6,0 | 6,2 | 6,5 | 6,8 | 8,0 |

Serum und Albumin-Globulinlösungen wurden zirka auf das Fünffache mit ausgekochtem aqua bidest verdünnt.

Das Ergebnis der Refraktion und Viskositätsmessung ist für die oben erwähnten 10 Seren in folgenden Tabellen mitgeteilt. Sie zeigen kaum merkliche Beeinflussung beider Werte.

Tabelle 3.

*Refraktion.*

Mischungsverhältnis 5 ccm Serum: 1,5 ccm Phosphatgemisch 1 bis 6.

| *Phosphatgemische* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| prim. : sec. | 5:0 | 4:1 | 3:2 | 2:3 | 1:4 | 0:5 | | |
| *Refr. der Phosph.* | 28,3 | 28,3 | 28,3 | 28,2 | 28,2 | 28,3 | | |
| *Refr. der Serumgemische* | | | | | | | | |
| *Serum* | *nativ* | M 1 | M 2 | M 3 | M 4 | M 5 | M 6 | $\Delta n$ | |
| 1) Rind | 58,5 | 51,4 | 51,5 | 51,5 | 51,9 | 51,6 | 51,3 | 0,3 | (0,6) |
| 2) ,, | 50,4 | 45,4 | 45,5 | 45,4 | 45,2 | 45,3 | 45,1 | 0,3 | |
| 3) ,, | 50,4 | 45,3 | 45,3 | 45,3 | 45,3 | 45,3 | 45,1 | 0,2 | |
| 4) ,, | 46,7 | 42,5 | 42,4 | 42,2 | 42,4 | 42,4 | 42,3 | 0,3 | |
| 5) ,, | 47,3 | 42,9 | 42,8 | 42,9 | 42,8 | 42,8 | 41,5 | 0,1 | (1,4) |
| 6) ,, | 48,6 | 43,9 | 43,8 | 43,9 | 43,8 | 43,8 | 43,7 | 0,2 | |
| 7) ,, | 50,9 | 45,8 | 45,8 | 45,9 | 45,7 | 45,8 | 45,6 | 0,3 | |
| 8) ,, | 55,3 | 49,0 | 49,0 | 48,9 | 48,9 | 48,9 | 48,7 | 0,3 | |
| 9) ,, | 54,8 | 48,8 | 48,8 | 48,8 | 48,7 | 48,7 | 48,6 | 0,2 | |
| 10) ,, | 52,7 | 47,0 | 46,9 | 46,8 | 46,9 | 46,8 | 46,7 | 0,3 | |

Die maximale Schwankung der Refraktion beträgt in 3 Reihen 0,2 in 5 Reihen 0,3, in den weitern 2 Reihen 0,6 bzw. 1,4 Refraktometereinheiten. Diese beiden erheblich abweichenden Werte werden vielleicht durch Fehlerhäufung bei der Volummessung bedingt. Wenn diese beiden herausfallenden Werte nicht berücksichtigt werden, betragen die Schwankungsbreiten 0,1—0,3. Da der Ablesungsfehler des Instrumentes 0,1 Skaleneinheiten beträgt, und die Volummessungen eine weitere Fehlermöglichkeit bringen, so ist die Schwankungsbreite von 0,3 Skaleneinheiten als Fehlerbreite des Verfahrens anzusprechen, also ein Einfluss auf die Refraktion nicht festzustellen.

Tabelle 4.

*Viskosität.*

Die zur Untersuchung gelangten Seren sowie sämtliche Mischungsverhältnisse sind dieselben wie in Tabelle 2.

| *Phosphatgemische* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viskos. | 1,07 | 1,09 | 1,09 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | |
| *Serum* | nativ | M 1 | M 2 | M 3 | M 4 | M 5 | M 6 | $\Delta n$ |
| Hammel | 1,79 | 1,55 | 1,56 | 1,56 | 1,57 | 1,56 | 1,55 | 0,02 |
| Rind | 1,62 | 1,42 | 1,41 | 1,42 | 1,43 | 1,43 | 1,43 | 0,02 |
| ,, | 1,55 | 1,41 | 1,42 | 1,41 | 1,41 | 1,42 | 1,42 | 0,01 |

| | | M 1 | M 2 | M 3 | M 4 | M 5 | M 6 | $\Delta n$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rind | 1,45 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,36 | 1,36 | 1,37 | 0,02 |
| ,, | 1,52 | 1,40 | 1,39 | 1,40 | 1,40 | 1,41 | 1,41 | 0,02 |
| ,, | 1,55 | 1,41 | 1,42 | 1,42 | 1,42 | 1,42 | 1,42 | 0,01 |
| ,, | 1,58 | 1,44 | 1,44 | 1,43 | 1,45 | 1,45 | 1,46 | 0,03 |
| ,, | 1,72 | 1,51 | 1,52 | 1,53 | 1,53 | 1,53 | 1,53 | 0,02 |
| ,, | 1,73 | 1,53 | 1,53 | 1,53 | 1,53 | 1,54 | 1,54 | 0,01 |
| ,, | 1,57 | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 0.00 |

Im allgemeinen ist eine kleine Steigerung der Viskosität der Mischungen entsprechend der wachsenden Steigerung der Viskosität der Phosphatgemische und für sich zu beobachten. Die Messung ist mit 0,01 Ablesungsfehler behaftet; auch muss in gleicher Weise wie oben die Schwankung von 0,02 in 5 Reihen 0,03 in 1 Reihe als Fehlerbreite der Messungsbreite aufgefasst werden und auch hier kann eine Unabhängigkeit der Viskosität von Veränderungen der Wasserstoffionenkonzentrationen festgestellt werden.

Tabelle 5. *Refraktion.*

Refraktion und Viskosität bei einem Mischungsverhältnis von Serum: Phosphatgemisch = 1 : 1 ( Phosphatgemische wie oben ).

| Serum | nativ | M 1 | M 2 | M 3 | M 4 | M 5 | M 6 | $\Delta n$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rind | 50,8 | 39,6 | 39,6 | 39,6 | 39,5 | 39,6 | 39,5 | 0,01 |
| *Viskosität* | | | | | | | | |
| Serum | nativ | M 1 | M 2 | M 3 | M 4 | M 5 | M 6 | $\Delta n$ |
| Rind | 1,53 | 1,28 | 1,28 | 1,29 | 1,29 | 1,30 | 1,30 | 0,02 |

## Refraktion und Viskosität der Serumalbumine und -Globuline.

Es wurden dieselben Phosphatgemische, in derselben Reihenfolge und in demselben Mischungsverhältnis wie oben angewandt.

Tabelle 6. *Refraktion.*

| | rein | M 1 | M 2 | M 3 | M 4 | M 5 | M 6 | $\Delta n$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Albumin 1 | 52,2 | 46,6 | 46,5 | 46,6 | 46,5 | 46,5 | 46,2 | 0,2 |
| Globulin 1 | 52,4 | 46,9 | 46,9 | 46,9 | 47,0 | 46,0 | 45,1 | 1,9 |
| Albumin 2 | 57,0 | 50,4 | 50,3 | 50,3 | 50,1 | 50,0 | 50,0 | 0,4 |
| Globulin 2 | 38,4 | 36,1 | 36,1 | 36,0 | 36,0 | 36,2 | 36,1 | 0,2 |

*Viskosität.*

| | rein | M 1 | M 2 | M 3 | M 4 | M 5 | M 6 | $\Delta n$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Albumin 1 | 1,49 | 1,39 | 1,39 | 1,39 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 0,01 |
| Globulin 1 | 2,11 | 1,77 | 1,78 | 1,76 | 1,75 | 1,78 | 1,75 | 0,03 |
| Albumin 2 | 1,52 | 1,40 | 1,39 | 1,39 | 1,39 | 1,39 | 1,40 | 0,01 |
| Globulin 2 | 1,65 | 1,43 | 1,44 | 1,44 | 1,43 | 1,44 | 1,44 | 0,01 |

Auch hier gehen die Ablesungsschwankungen nicht über die angenommene Fehlergrenze hinaus, mit Ausnahme des Globulin 1. Das mag daher rühren, dass die Ablesungen nicht an ein und demselben Tag gemacht werden konnten, und dass die Gemische vielleicht etwas eingetrocknet sind.

## Zusammenfassung.

Die gefundenen Schwankungsbreiten der Wasserstoffionenkonzentration übersteigen die obengenannten physiologischen und pathologischen Schwankungsbreiten der Blutreaktion. Aber auch hier kann nach vorliegenden Befunden angenommen werden, dass Refraktion und Viskosität durch Änderung der Reaktion keine Beeinflussung erfährt, dass also auch für die Erschliessung des Albumin-Globulinmischungsverhältnisses aus diesem Faktor keine Fehlerquelle entstehen kann.

## Curriculum vitae.

Am 14. Februar 1900 wurde ich, Edith Boegler, Tochter des Kaufmannes Alexander Boegler und der Henriette geb. Theiler in Lörrach geboren. Meinen ersten Unterricht genoss ich in einer deutschen Volksschule in Liel. Seit 1914 in Basel wohnhaft, besuchte ich hier die Töchterschule und bezog nach Erlangung des Maturitätszeugnisses im März 1921 die Universität Basel. Im Herbst 1925 bestand ich die Fachprüfung als praktischer Zahnarzt. Von November 1925 bis Juli 1926 war ich Assistentin bei einem Zahnarzt in Grenchen; seit August 1926 bin ich als Assistentin an der Volkszahnklinik Basel tätig.

Die vorliegende Arbeit verdankt ihre Entstehung der Veranlassung und Anleitung des inzwischen verstorbenen Herrn Dr. *Fr. Rohrer* und des Herrn Prof. Dr. R. *Metzner*, dem ich an dieser Stelle meinen Dank ausspreche.

# LITERATURVERZEICHNIS.


*Rohrer Fr.:* D. Arch. f. klin. Med., Bd. 121, S. 221—224.
*Arnd O.* und *Hafner E. A.:* Bioch. Ztschr.; Bd. 167, Heft 4/6.
*Berger W.* und *Petschacher L.:* Ztschr. f. ges. exper. Medizin, Bd. XXXVI, Heft 4/6.
*Berger W.* und *Untersteiner R.:* Wiener Archiv f. inn. Medizin, Bd. IX, 1924.
*Berger W.* und *Galehr O.:* Ztschr. f. d. ges. exper. Medzin (im Druck).
*Berger W.* und *Galehr O.:* Ztschr. f. d. ges. exper. Medizin (im Druck).
*Berger W.:* Wiener Klin. Wochenschr., 1924, Nr. 32—34.
*Galehr O.:* Wiener Archiv f. inn. Medizin, Bd. IX, 1924.
*Hafner E. A.:* Bioch. Ztschr., Bd. 166, Heft 4/6.
— Klin. Wochenschr., Jahrg. 4, Nr. 5 und 7.
*Petschacher L.* und *Hönlinger H.:* Wiener Arch. f. inn. Medizin, Bd. IX, 1924.
*Petschacher L., Berger W.* und *Schretter G.*. Ztschr. f. d. ges. exper. Medizin, *50*, 449, 1926.
*Petschacher L.:* Wiener klin. Wochenschr., 1924, Nr. 48 und 49.
— Ztschr. f. d. ges. exper. Medizin, Bd. XLI, Heft 1/3.
— Wiener Arch. f. inn. Medizin, Bd. VIII, 1924.
— Ztschr. f. d. exper. Medizin, Bd. XXXVI, Heft 1/3.
*Reiss:* Hofmeisters Beitr., *4*, 150, 1904.
— Ergebn. d. inn. Medizin und Kinderheilk., *10*, 531, 1916.
*Rohrer Fr.:* Schweiz. Med. Wochenschr., 1922, 32. (Bemerkungen zur Arbeit von *Wanner F.*).
*Robertson:* Journ. of biol. Chem., *11*, 179, 1912; *22*, 22e, 1923.
*Schretter G.:* Bioch. Ztschr., Bd. 177, Heft 4/6, 1926.
*Starlinger* und *Hartl:* Korresp. f. Schweiz. Ärzte, *160*, 113, 1925.
*Hasselbalch-Lundsgaard:* Bioch. Ztschr. *38*, 88, 1912.
*Benedict H.:* Arch. f. Physiologie, *115*, 106, 1906.
*Rohrer Fr.:* Schweiz. Med. Wochenschr., 1922, Nr. 22.
*Clark W. M.:* The Determination of Hydrogen Jons.